

中山間地域における高齢者のための 共助交通システムに関する基礎分析

三輪富生¹・Chu Tien Dung²・Zheng Yan³・剣持千歩⁴・佐藤仁美⁴・森川高行⁴

¹正会員 名古屋大学准教授 未来材料・システム研究所 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

E-mail: miwa@nagoya-u.jp

²正会員 名古屋大学大学院 環境学研究科

³非会員 名古屋大学大学院 環境学研究科

⁴正会員 名古屋大学 未来社会創造機構

地方の中山間地域では高齢化が急速に進みつつあり、高齢者の交通サービスは大きな問題となっている。本分析では、豊田市足助地区を対象として、交通が特に不便な高齢者を地域住民がマイカー等により支援する、共助型交通システムを対象としている。対象地区においてアンケート調査を実施し、交通実態を把握するとともに共助型交通システムの導入可能性を検討するための住民の認識を調査した。分析の結果からは、他者の自動車に同乗することやスケジュール調整に対する心理的抵抗が存在することが示された。しかしながら、共助型交通システムを歓迎する住民も存在していることも示された。そこで、より多くの住民に受け入れられるシステムとするための条件整理を行った。

Key Words : cooperative ride sharing, semi-mountainous area, questionnaire survey

1. はじめに

高齢化率が進展する中で、特に中山間地域での高齢者のモビリティ確保が重要な問題となっている。既に多くの既往研究で取り上げられ、様々な取り組みが検討されている。例えば、吉田¹⁾や長永²⁾はバスのサービスレベル変化が外出機会等に与える影響を分析している。また、大鹿・湯沢³⁾は相乗りタクシーによる外出支援とコミュニティ再生を目指して、社会実験参加者へのアンケート調査を通じて課題整理を行っているし、南⁴⁾は相乗りタクシーに知らない他者と同乗することの心理的抵抗を分析している。山本⁵⁾は、専用車両によるDRTとタクシーを利用した相乗りシステムをシミュレーションを通じて比較している。さらに、米田⁶⁾は中山間地域における移動制約者の移動実態を調査した上で、共助型交通システムの実現可能性について検討している。佐々木⁷⁾は、中山間地における地域在住者の自家用自動車への相乗り(ライドシェア)の実現可能性を検討し、参加者間の信頼性の確保が重要であることを示している。横関⁸⁾は過疎地域でのポストバスの実施可能性について、アンケート調査やヒアリング調査を通じて考察している。

本研究でも豊田市足助地区における高齢者のモビリティ確保を検討する。ここでは佐々木⁷⁾のように、住民

によるライドシェアシステム、自動車運転が可能な住民の自動車利用トリップに高齢者が同乗するシステムの導入可能性について、アンケート調査によって基礎情報を得ることを目的としている。ここで、本研究では主に地区内の高齢者など交通が不便な住民をその他の住民によって助けるシステムを想定しており、これを近年都心部で展開されつつあるライドシェアと区別するため、“共助型ライドシェア”と呼ぶ。次節では対象地域および実施したアンケート調査の概要を示す。次いで得られたデータの基礎集計分析を示した後で、共助型ライドシェアシステムへの参加意向について非集計モデル分析を通じてより詳細な情報を得ることとする。

2. 対象地域とアンケート調査の概要

(1) 対象地域の概要

本研究の対象地区は愛知県豊田市足助地区である。2005年4月に藤岡町など他の5町村とともに豊田市に編入された。足助地区は豊田市中心部までバスで1時間ほどの距離にある。また、豊田市(91,832ha)の約21%を占める面積に対して、平成28年2月1日時点で足助地区の人口は8,209人と豊田市人口(422,698人)の1.94%を占めており、低密度に居住している。高齢化率は38%と豊田市



図-1 足助地区の位置

全域のは21%と比べても高齢化が進んだ地域である。

平成23年の中京都市圏パーソントリップ調査を集計すると、地区内の交通手段分断率では約83%のトリップで代表交通手段が自動車となっており、自動車依存の高い地区である。地区内には名鉄バス（名鉄バス(株)）、おいでんバス（豊田市）、および地域バスである「あいま〜」（豊田市足助支所）が運行されている。このうち、名鉄バスは主に足助地区と豊田市中心部の間を、おいでんバスは北部の旭地区や北東部の稲武地区とを幹線道路によって繋いでおり、足助地区内を広域的にカバーしていない。一方で、あいま〜は足助地区内を広くカバーしており、地区内から地区中心部への移動に利用可能である。ただし、あいま〜には13路線があるが、地区中心部を巡回する1路線以外の12路線は週1日のみの運行となっており、サービスレベルは非常に低い。その他の移動手段として地区内にはタクシー営業所もある。主には地区内各地から地区中心部への移動に利用されている。豊田市では、介護認定を受け、家族等の補助による移動が困難な高齢者へのタクシー料金補助制度があり、これら高齢者の利用頻度が高い。

(2) アンケート調査の概要と基礎集計結果

アンケート調査は2015年6月23日～25日に足助地区内の全世帯の約半数にあたる1500世帯に配布された。住民基本台帳から無作為に抽出した対象世帯に、20歳以上の世帯構成員の人数分の調査票を郵送配布し、郵送にて回収した。480世帯から回収され（回収率32.0%）、1052票が回収された。ただし、ライドシェアシステムの可能性を把握することを目的としているため、20歳以上の方のみに回答を依頼している。

表-1はアンケート調査項目を示している。表に示されるように、大きく分けて4部で構成されている。次節にて基礎集計結果を示す。

アンケート回答者の内、65歳以上の高齢者が489名と46%を占めており（ただし20歳以上での割合）、その他の年齢帯においても足助地区の統計値と大きな隔たりはなかった。また、単身世帯は14%を占めていた。

表-1 アンケート調査での主な質問項目

部	内容	主な質問項目・回答上の設定など
1	世帯属性	住所、世帯構成、年収、保有する自動車・自転車・シニアカー
2	個人属性	年齢、性別、職業
	自動車の利用状況	免許保有・返納、普段利用する車、利用距離、利用頻度
	普段の交通行動	買い物、通院、通勤について、頻度、移手段、主な目的地、出発時刻、家族や知人に買い物を依頼する頻度、宅配サービス利用状況
3	過去のライドシェア経験	頻度、ライドシェアに対する心配点
	ライドシェアへの参加意向	参加意向、参加形態（運転手または利用者）、利用頻度、支払意思額
4	その他	バスの利用状況、バスサービスに対する要望、居住地に対する希望など

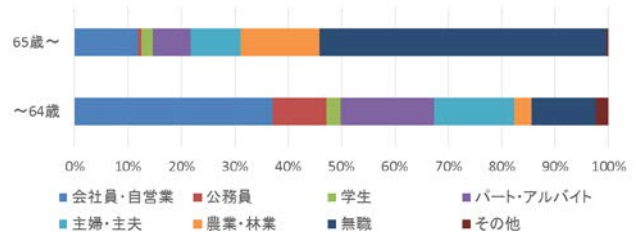


図-2(a) 回答者の職業

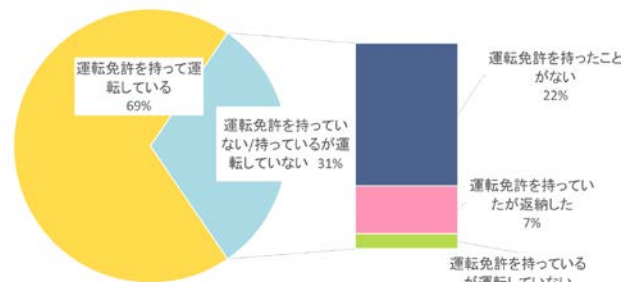


図-2(b) 運転免許・運転の有無（高齢者のみ）

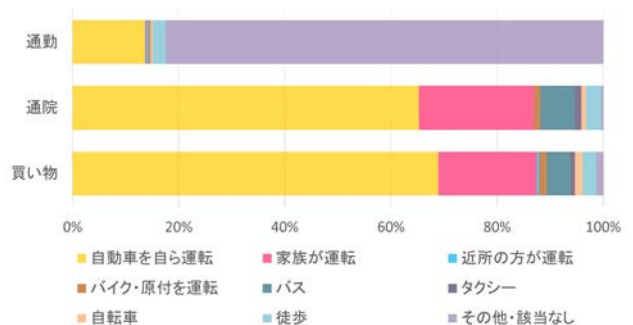


図-2(c) 普段の交通手段（高齢者のみ）

図-2はアンケート回答者における高齢者・非高齢者別の職業構成を示している。図より、高齢者では半数以上が無職であることが特徴的であり、また高齢者では農業・林業の従事者が多いことも分かる。また、図-2(b)は高齢者の運転免許及び運転の有無に関する集計結果である。

図より、高齢者の内31%は自動車を運転しておらず、日常の移動が不便であることが推察される。また、免許返納者は高齢者の内7%であり、そもそも免許を持っていない高齢者の方が22%と多いことが分かる。さらに、図-2(c)は高齢者の普段の交通手段に関する集計結果である。当然ながら通勤をしていない高齢者は多いが、すべての移動目的において自ら運転している場合が多い。ただし、次いで家族が運転する機会が多く、家族内での協力によって移動が成立していることが分かる。なお、通院や買い物では、バスによる移動が一定の割合を占めていることから、低いサービスレベルに合わせて移動が制約されている高齢者が少なくないことも分かる。

3. 共助型ライドシェア参加意向に関する分析

(1) 共助型ライドシェアへの意識に関する集計分析

表-2は、家族以外との相乗り経験における不安や心配についての回答結果を、高齢者、非高齢者ごとに示している。まず、運転者として家族以外の方を乗せる場合を見ると（表-2(a)）、高齢者と非高齢者の差は大きくないことが分かる。年齢によらず、事故に対する心配が最も大きく、次いで出発時間や帰りの時間の調整が大きい。次いで、家族以外が運転する車に乗る際の不安や心配について見ると（表-2(b)）、ここでも年齢による差は小さく、事故に対する不安・心配が最も大きな割合を占めている。ただし、自らが運転する場合と比べて、同乗する場合にはガソリンの消費が2番目に大きな心配事であり、他者に対する気兼ねの影響が存在することが分かる。

表-3は共助型ライドシェアシステムへの参加意向についての集計結果である。高齢者、非高齢者ともに“参加は難しい”との回答が75~80%を占めており、共助型ライドシェアシステムの実現には、住民の理解を獲得することが非常に重要であることが分かる。ただし、高齢者、非高齢者ともに一定の参加意向が示されている。高齢者では、運転手としての参加と同乗者としての参加がほぼ同じ割合であるが、非高齢者では運転手としての参加が同乗者としての参加を大きく上回っている。

図-3は参加意向のある被験者の参加頻度を示している。ただし、運転手としての参加が可能な場合は、通勤時と買い物時でのライドシェア提供頻度を、利用者としての参加が可能な場合には、通院時と買い物時のライドシェア利用頻度を示している。図-3(a)より、運転手としてライドシェアを提供できる頻度は週1回未満が60%程度と大きな割合を占めることが分かる。ただし、週5回以上の提供が可能な割合も20%と小さくない。図-3(b)より、利用者としての頻度は週5回以上の割合が非常に小さく、通院では週1回未満が半数以上を占め、買い物時では週1

表-2(a) 家族以外の方を乗せる際の不安や心配

項目	高齢者(N=139)		非高齢者(N=200)	
	回答数	(回答率%)	回答数	(回答率%)
事故	96	(69.1)	131	(65.5)
出発時間の調整	15	(10.8)	29	(14.5)
帰り時間の調整	10	(7.2)	27	(13.5)
乗降場所	6	(4.3)	11	(5.5)
道の不案内	9	(6.5)	16	(8.0)
ガソリンの消費	4	(2.9)	13	(6.5)
不安・心配はない	35	(25.2)	59	(29.5)

※回答者数は家族以外の方を乗せたことがある人
※当てはまるものすべてを回答。回答率の合計は100%とにならない

表-2(b) 家族以外が運転する車に乗る際の不安や心配

項目	高齢者(N=199)		非高齢者(N=205)	
	回答数	(回答率%)	回答数	(回答率%)
事故	89	(44.7)	93	(45.4)
出発時間の調整	21	(10.6)	26	(12.7)
帰り時間の調整	16	(8.0)	25	(12.2)
乗降場所	6	(3.0)	11	(5.4)
道の不案内	10	(5.0)	5	(2.4)
ガソリンの消費	25	(12.6)	23	(11.2)
不安・心配はない	90	(45.2)	92	(44.9)

※回答者数は家族以外の方が運転する車に乗ったことがある人
※当てはまるものすべてを回答。回答率の合計は100%とにならない

表-3 共助型ライドシェアへの参加意向

項目	高齢者(N=489)		非高齢者(N=563)	
	回答数	(構成比%)	回答数	(構成比%)
参加は難しい	368	(75.3)	449	(79.8)
運転手として協力できる	61	(12.5)	96	(17.1)
同乗者として利用したい	60	(12.3)	18	(3.2)

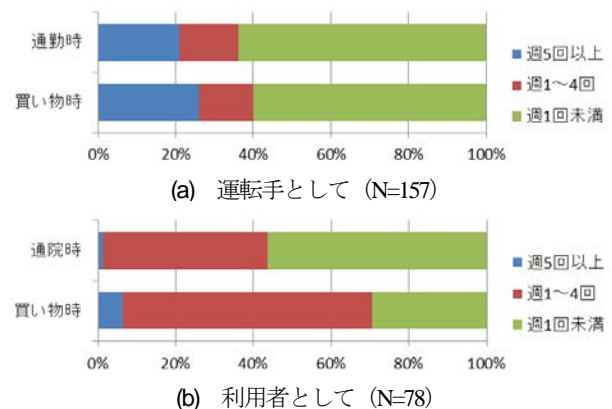


図-3 共助型ライドシェアへの参加意向（参加頻度）

表-4 共助型ライドシェアの課題

項目	高齢者(N=199)		非高齢者(N=205)	
	回答数	(回答率%)	回答数	(回答率%)
安全性	293	(59.9)	381	(67.7)
謝礼	106	(21.7)	187	(33.2)
時間の調整	155	(31.7)	319	(56.7)
乗降場所	53	(10.8)	78	(13.9)
知らない人を乗せること	67	(13.7)	203	(36.1)
道の不案内	37	(7.6)	83	(14.7)

※当てはまるものすべてを回答。回答率の合計は100%とにならない

表-5 共助型ライドシェアの利用料金

項目	回答数(構成比%)
ガソリン代等の必要経費	106 (45.1)
固定料金 (ave=3289円, sd=1653円, max=1000円, min=100円)	64 (27.2)
無償	56 (23.8)
その他	9 (3.8)

※N=235 (共助型ライドシェアへの参加意向のある人)

～4回が半数以上を占めている。

表-4は、共助型ライドシェアにおける解決すべき課題についての回答結果である。高齢者、非高齢者とも、安全性に対する指摘が大きく、安全性に対する不安や心配を軽減することが最も重要である。次いで時間の調整や謝礼、知らない人を乗せることに対する整理が必要であることが分かる。これが大きな割合を占めている。知らない人を乗せることに対する抵抗も小さくはない。

最後に、表-5は共助型ライドシェアの利用料金について示している。表中では示していないが、回答の構成比は高齢者、非高齢者ではほぼ同様であった。表より、ガソリン代等の必要経費を料金とするべきであるとの回答が最も大きく、次いで固定料金が大きい。固定料金については約330円が平均であるが、100円～1000円とその幅は小さくない。ただし、無償とすべきとの回答も少なからず存在する。

(2) 共助型ライドシェア参加意向のモデル分析

共助型ライドシェアに対する参加意向より詳細に把握するため、参加の可否と参加形態を対象とした非集計モデルを構築し、パラメータ推定値から考察を行う。

分析に用いたモデルはネスティッドロジットモデルであり、上位レベルは参加の可否について、下位レベルは参加可能な場合の参加形態（運転手としての参加、または同乗者としての参加）の選択である。さらに、Bhat⁹⁾によってCOVNL (nested logit model which accommodates covariance heterogeneity) モデルとして提案されたように、選択肢間の誤差相関の異質性を考慮して効用関数を以下のように定義する。

$$U_{i,non} = V_{i,non} + \varepsilon_{i,non}, \quad \varepsilon_{i,non} \sim \lambda(0,1) \quad (1)$$

$$U_{i,d} = V_{i,d} + \varepsilon_{i,p} + \varepsilon_{i,pd}, \quad (\varepsilon_{i,p} + \varepsilon_{i,pd}) \sim \lambda(0,1), \varepsilon_{i,pd} \sim \lambda(0, \theta_i) \quad (2)$$

$$U_{i,r} = V_{i,r} + \varepsilon_{i,p} + \varepsilon_{i,pr}, \quad (\varepsilon_{i,p} + \varepsilon_{i,pr}) \sim \lambda(0,1), \varepsilon_{i,pr} \sim \lambda(0, \theta_i) \quad (3)$$

ここに、個人*i*に対して、 $U_{i,non}$ ($U_{i,d}$, $U_{i,r}$) は参加しないこと（運転手として参加すること、同乗者として参加すること）による効用であり、 $V_{i,non}$ ($V_{i,d}$, $V_{i,r}$) はその確定効用である。 $\varepsilon_{i,non}$ はi.i.d.ガンベル分布に従う誤差項であり、 $\lambda(0,1)$ はこのガンベル分布のロケーションパラメータ（最頻値）が0、スケールパラメータが1とし

ていることを意味している。参加する場合の効用の誤差項は、これらに共通な誤差項 $\varepsilon_{i,p}$ と独立の誤差項 $\varepsilon_{i,pd}$ と $\varepsilon_{i,pr}$ に分解され、 $\varepsilon_{i,pd}$ と $\varepsilon_{i,pr}$ のスケールパラメータが θ_i と個人ごとに異なると仮定する。

このとき、例えば、個人*i*がドライバーとして参加する確率は以下のように表現できる。

$$P_{i,d} = \frac{\exp(\theta_i \ln \Gamma_i)}{\exp(V_{i,non}) + \exp(\theta_i \ln \Gamma_i)} \cdot \frac{\exp(V_{i,d}/\theta_i)}{\Gamma_i} \quad (4.a)$$

$$\Gamma_i = \exp(V_{i,d}/\theta_i) + \exp(V_{i,r}/\theta_i) \quad (4.b)$$

ここに、仮定したネスト構造が適切であれば、 θ_i は0～1の値をとる。また、 $U_{i,d}$ と $U_{i,r}$ の誤差相関は $1 - \theta_i^2$ と計算される。ここでは、 θ_i の取るべき値の範囲と誤差相関の個人間の異質性を考慮するため、 θ_i を以下のように表現する。

$$\theta_i = \frac{\exp(\gamma z)}{1 + \exp(\gamma z)} \quad (4.c)$$

ここに、 z は誤差相関における個人間の異質性を表現するための説明変数ベクトル、 γ はそのパラメータベクトル

表-6 参加意向モデル (COVNL モデル)

説明変数	推定値
参加は難しい	-
運転手として協力できる	
定数項	-3.43 **
一人暮らし (ダミー)	0.546 **
普段の移動手段が自動車 (ダミー)	0.812 **
自動車運転頻度3回週以上 (ダミー)	1.06 **
買い物頻度5回週以上 (ダミー)	0.694 **
通院頻度3回週以上 (ダミー)	1.59 **
家族以外の人を乗せた経験あり (ダミー)	0.663 **
同乗者として利用したい	
定数項	-3.31 **
男性 (ダミー)	-0.395 **
高齢者 (ダミー)	0.892 *
学生 (ダミー)	1.49 **
農業・林業従事者 (ダミー)	-0.857 (*)
年収400万円未満 (ダミー)	0.878 **
家族以外の車への同乗経験あり (ダミー)	0.409 **
ログサムパラメータ: γ	
定数項	1.33
一人暮らし (ダミー)	3.89 *
公務員・団体職員 (ダミー)	7.91 **
男性 (ダミー)	-2.13 (*)
高齢者 (ダミー)	5.80 **
年収700万円未満 (ダミー)	-4.50 **
サンプル数	1052
初期尤度	-1155.7
最終尤度	-612.9
修正 ρ^2 値	0.452
AIC	1265.8

**p<0.01, *p<0.05, (*)p<0.1

ルである。

表-6に推定結果を示す。なお、参加しないこと（参加は難しい）の効用を0としている。まず、誤差相関の個人間異質性を表現するパラメータ γ より、一人暮らしや高齢者ほどスケールパラメータ θ_i は大きくなり、誤差相関が小さくなるのが分かる。同じ説明変数を用いたMNL（多項ロジットモデル）と通常のNL（ネスティッドロジットモデル）では、修正 ρ^2 値がそれぞれ0.441と0.446であったことから（AICではそれぞれ1291.4と1281.4）、誤差相関の個人間異質性を考慮したことでより適切なパラメータが推定されたといえる。

その他のパラメータ推定値より、一人暮らしの方、普段より自動車を移動手段としており、その利用頻度や買い物、通院の頻度が高い方ほど運転手としての参加意向を示しやすいことが分かる。また、過去に家族以外の方を同乗させた経験がその意向を高めることも分かる。次いで、男性は同乗者としての参加意向を示しにくいこと、高齢者、学生、比較的收入の低い方ほど同乗者としての意向を示すことが分かる。また、先と同様に、過去に家族以外の方が運転する自動車に乗った経験があると同乗者としての意向を示しやすことが分かる。これらのことから、より多くの参加者を得るためには、社会事件等を通じて共助型ライドシェアシステムへの参加経験を広めることが重要であることが示唆されている。

5. おわりに

本研究では、豊田市足助地区への共助型ライドシェアシステム導入の可能性を検討するため、アンケート調査を実施し得られたデータから、ライドシェアへの参加意向を分析した。分析の結果から、運転手や同乗者などの参加形態によらず事故に対する不安が最も大きいことから、この不安を軽減するルールの整理が重要であることが分かった。また、現状では住民のうち2割程度しか参加意向がないこと、高齢者や非高齢者の間で参加意向やライドシェアシステムに対する認識に大きな差がないことが示された。さらに、過去に家族以外の人を同乗させた経験や、家族以外の方が運転する自動車に同乗した経験が参加意向を高めることが示された。

今後は、地域住民の交通行動についてより詳細に分析し、地域バスやタクシーと共助型ライドシェアシステム

の適切な分担関係を検討することや、運転手と同乗者のマッチングシステムを構築し、より多くの住民にライドシェアシステムを経験してもらうことを検討している。

謝辞：本研究の一部は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の研究開発事業「センター・オブ・イノベーション（COI）プログラム」の支援によって行われた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 吉田樹：地域におけるモビリティと生活支援サービスの連携に関する基礎的検討—八戸圏域定住自立圏におけるケーススタディー，土木計画学研究・講演集，No.47，CD-ROM，2013.
- 2) 長永久美，日野泰雄，水上和也，田中亮：高齢者の外出移動支援を目指した新たなバスサービスの経時的効果の評価，土木計画学研究・講演集，No.52，CD-ROM，2015.
- 3) 大鹿拓寛，湯沢昭：相乗りタクシーによる高齢者・障害者のための外出支援に関する検討—群馬県前橋市を事例として—，土木計画学研究・講演集，No.48，CD-ROM，2013.
- 4) 南亮太郎，佐野可寸志，西内裕晶：三条市デマンドタクシーの乗り合い意識に着目した利用者実態調査，土木計画学研究・講演集，No.52，CD-ROM，2015.
- 5) 山本敦仙，杉浦晶子，柳川達郎，加藤博和：既存タクシー事業を活用した生活交通確保策の検討—尾鷲市におけるケーススタディー—，土木計画学研究・講演集，No.51，CD-ROM，2015.
- 6) 米田正人，山中英生，中村博：中山間地域における移動制約者の交通特性と相乗りシステムの可能性—徳島県三好市でのヒアリング調査をもとに—，土木計画学研究・講演集，No.43，CD-ROM，2011.
- 7) 佐々木邦明，二五啓司，山本理浩，四辻裕文：低密度居住地域における交通制約者の移動手段としてのライドシェアの可能性，社会技術研究論文集，Vol.10，pp.54-64，2013.
- 8) 横関敬裕，山田健司，轟朝幸，川崎智也，為国孝敏，長田哲平：過疎地域におけるポストバス導入の効果と課題，土木計画学研究・講演集，No.51，CD-ROM，2015.
- 9) Bhat, C.R.: Covariance Heterogeneity in Nested Logit Models: Econometric Structure and Application to Inter-city Travel, Transportation Research Part B, Vol.31, No.1, pp.11-21, 1997.

(2016.4.21 受付)

PRELIMINARY ANALYSIS ON COOPERATIVE RIDE SHARING SYSTEM IN SEMI-MOUNTAINOUS ARE

Tomio MIWA, Chu Tien Dung, Zheng YAN, Chiho KENMOCHI, Hitomi SATO and Takayuki MORIKAWA